

# Artroplastia total do joelho navegada por computador

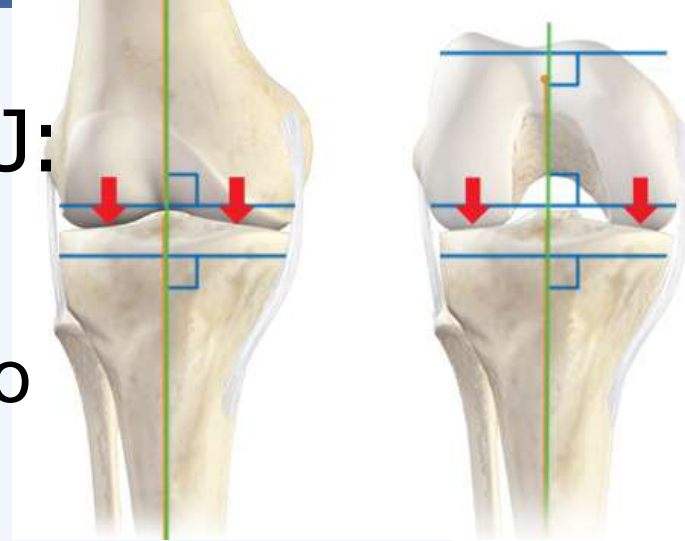
**Alexandre Brandão**

Hospitais da Universidade de Coimbra  
**Serviço de Ortopedia**  
Prof. Dr. Fernando Fonseca

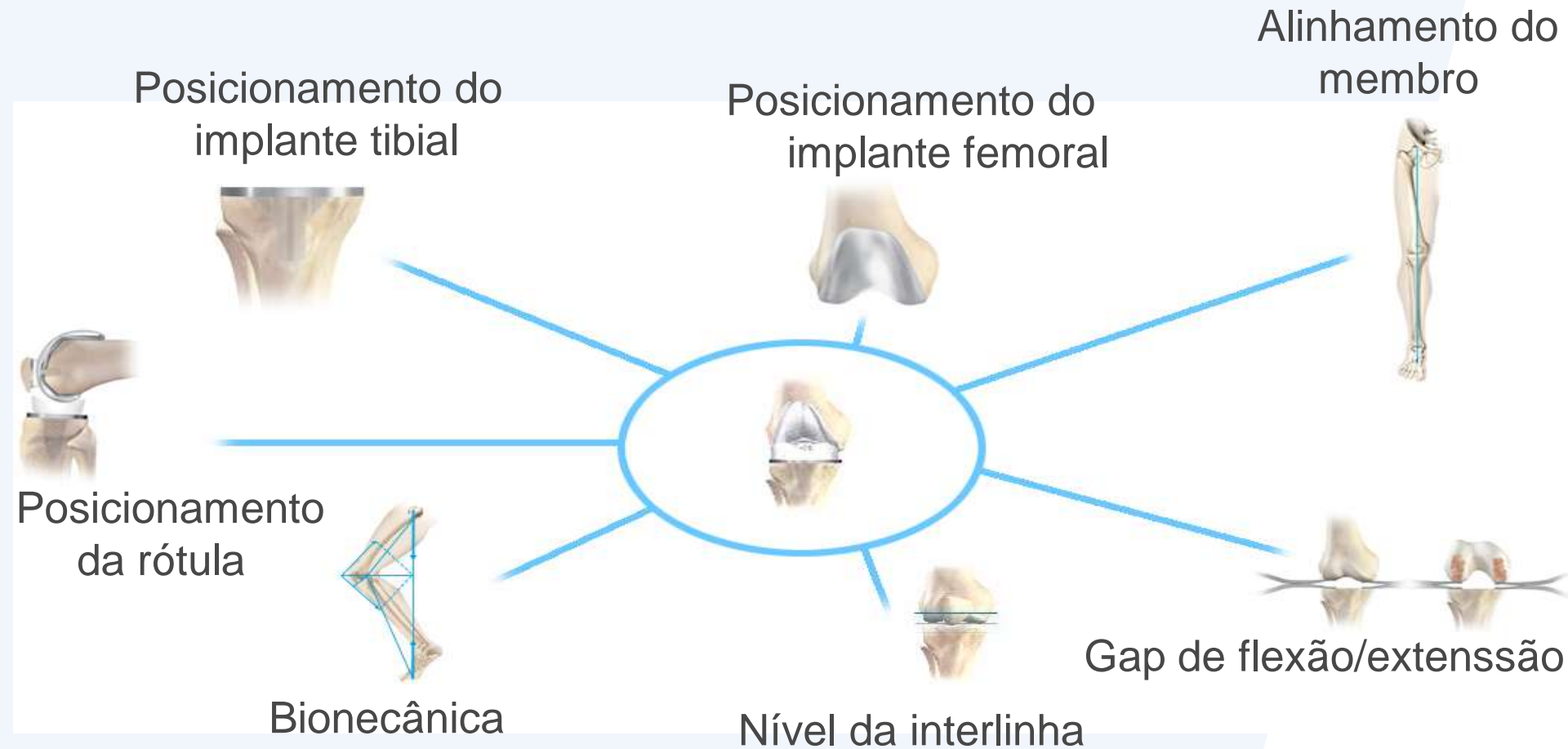
# ATJ Navegada

## ❖ Factores de sucesso numa ATJ:

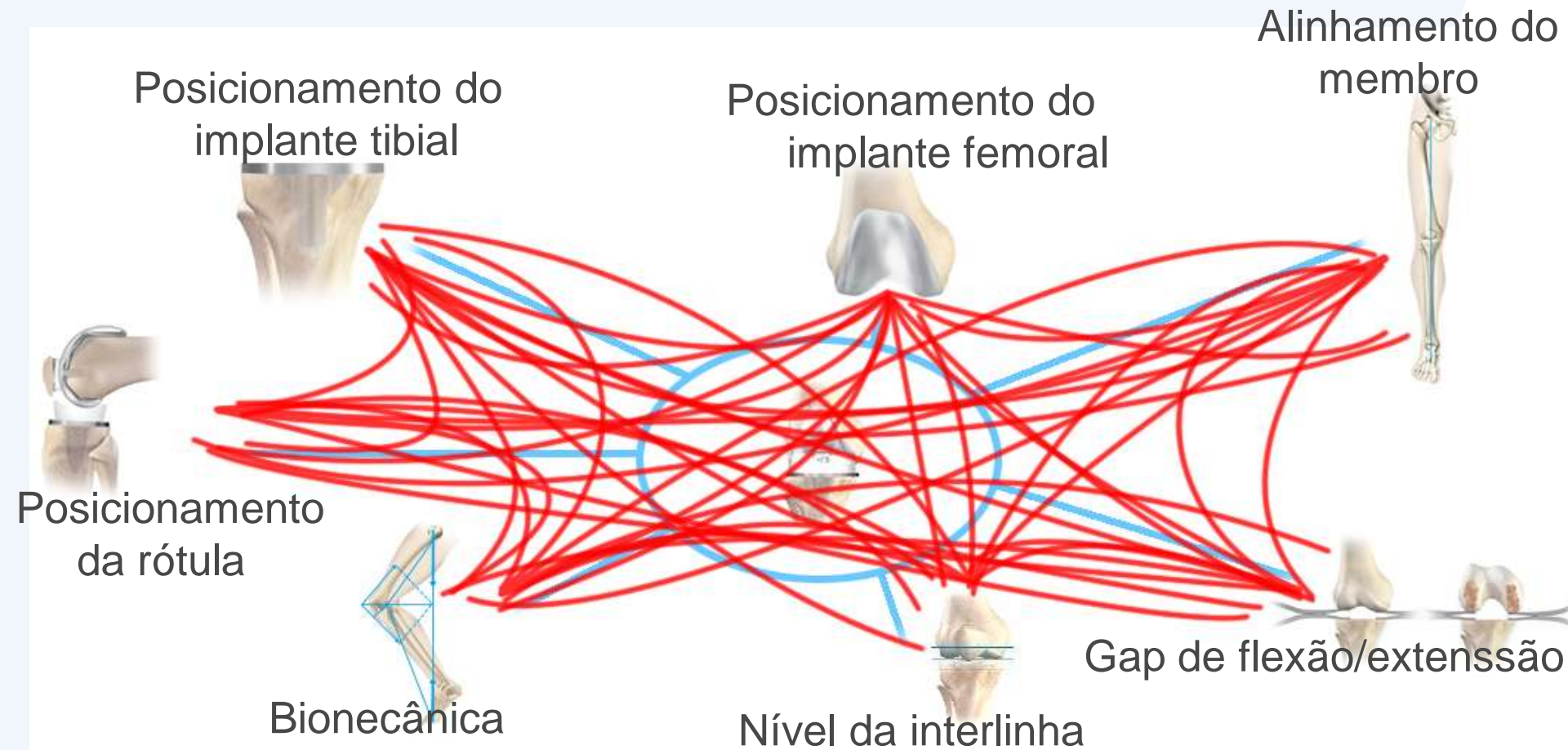
- Alinhamento preciso do membro
- Balanço ligamentar apropriado
- Gap flexão/extensão semelhantes (rectângulo)
- Restauro linha articular
- Diminuir traumatismo dos tecidos moles



# ATJ Navegada

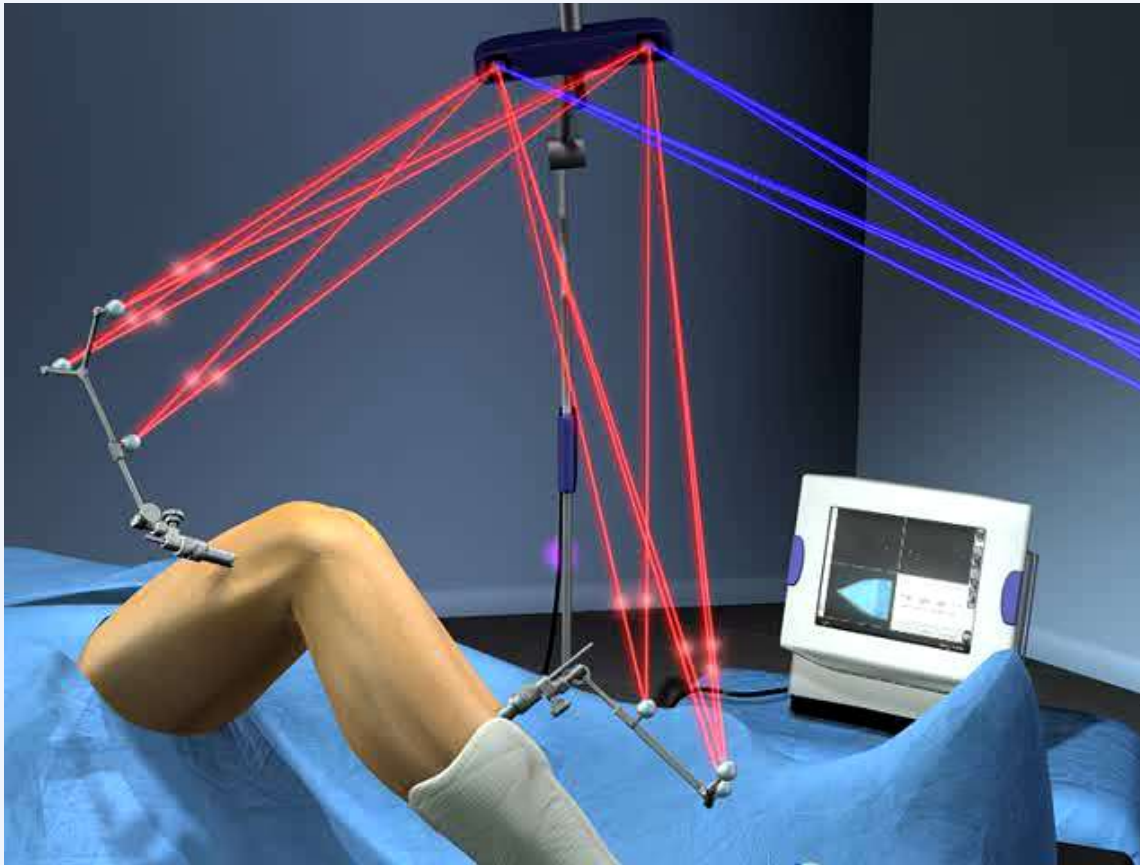


# ATJ Navegada



# ATJ Navegada

## ❖ Como funciona a Navegação





# ATJ Navegada

## ❖ Computador-hardware



- Touchscreen
- Processador Intel
- 20GB memória interna

# ATJ Navegada

## ❖ Conexões



- Alimentação
- Fio terra
- Cabo da Camera
- Interruptor on/off

# ATJ Navegada

## ❖ Câmara hardware

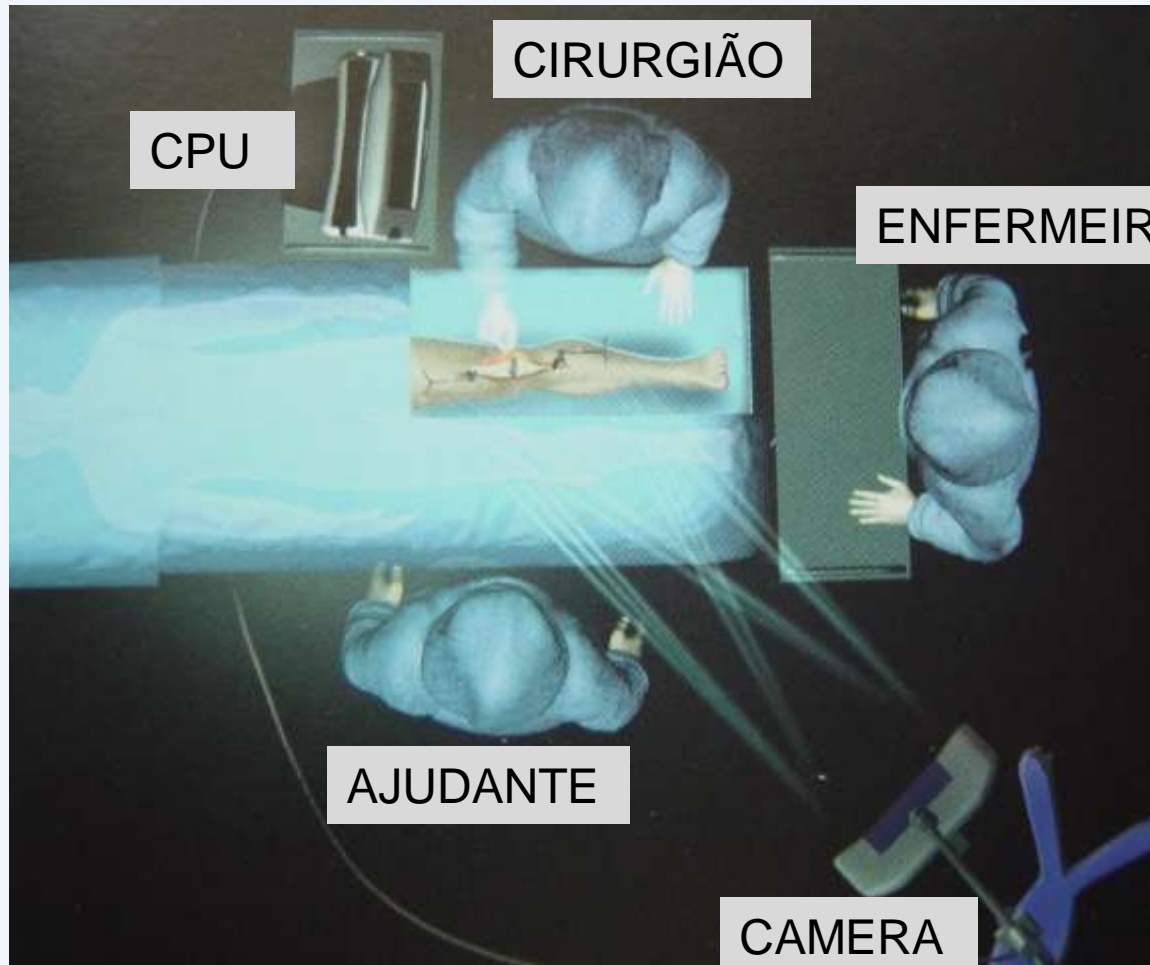


- 2 câmaras /emissores infra-vermelho



# ATJ Navegada

## ❖ Configuração (O.R. setup)



- Não deve haver nenhum obstáculo entre o campo de visão da câmera e o campo operatório

# ATJ Navegada

knee essential

MARIA FERNANDA MELO - ID: 19530200162

BrainLAB

## Procedure Overview

Profile	BRANDAO	Select
---------	---------	--------

---

Product Line	Vanguard
Toolset	Vanguard Tools
Workflow Sequence	Tibia First

Planning Approach	Measured Resection
Registration Method	Standard
Femoral Rotation Reference	Posterior Condyles
Femoral A/P Alignment	Anterior

### Advanced Settings

Navigate to	Planned Resections
Femoral Bow	Off
Kinematic Analysis	On
Displayed Femoral Rotation Reference	Epicondylar Line Posterior Condyles Whiteside Line

### System Components

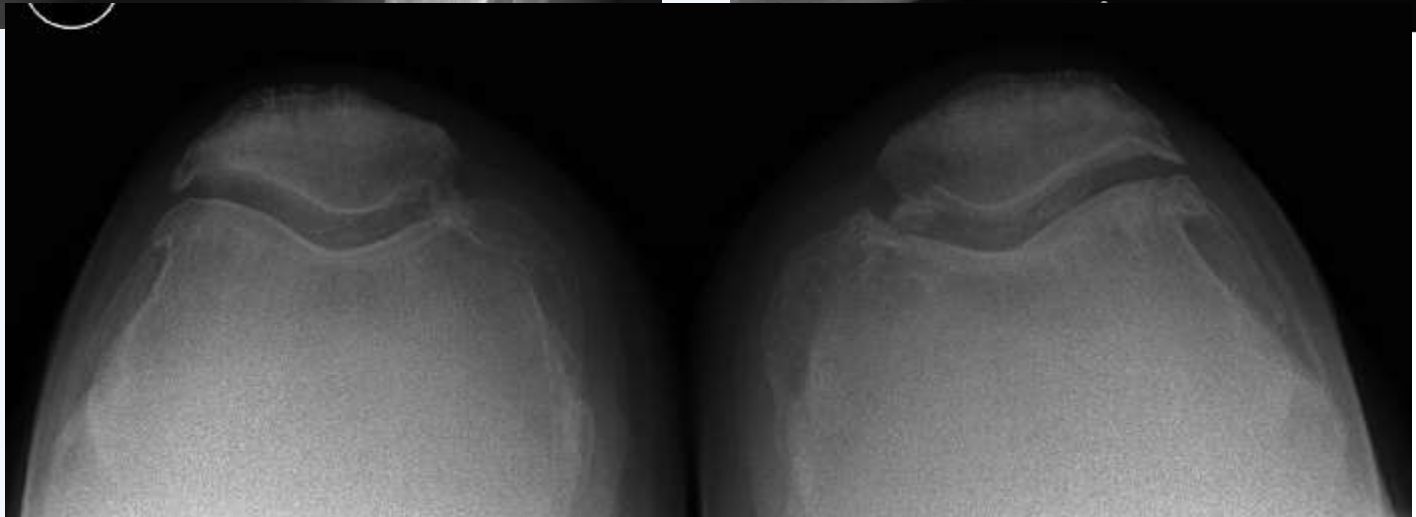
Femoral Component	Vanguard Interlok CR Femoral
Tibial Tray	Vanguard Cruciate Tibial Tray
Tibial Insert	Vanguard CR Bearing

Modify Next

Navigation icons: Home, Back, Forward, Search, etc.

# ATJ Navegada



# ATJ Navegada

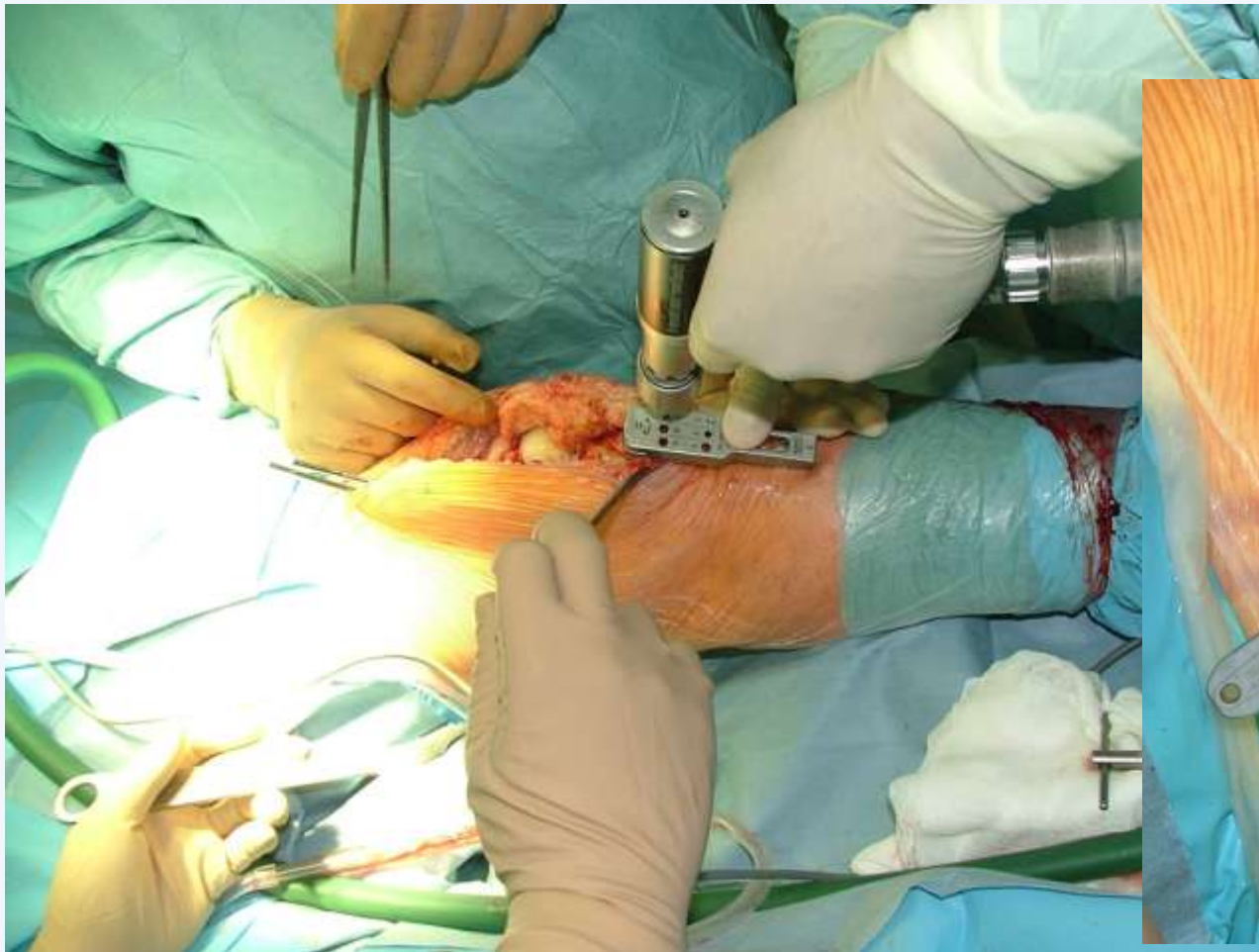
## ❖ Abordagem e Colocação dos pinos





# ATJ Navegada

## ❖ Abordagem e Colocação dos Pinos





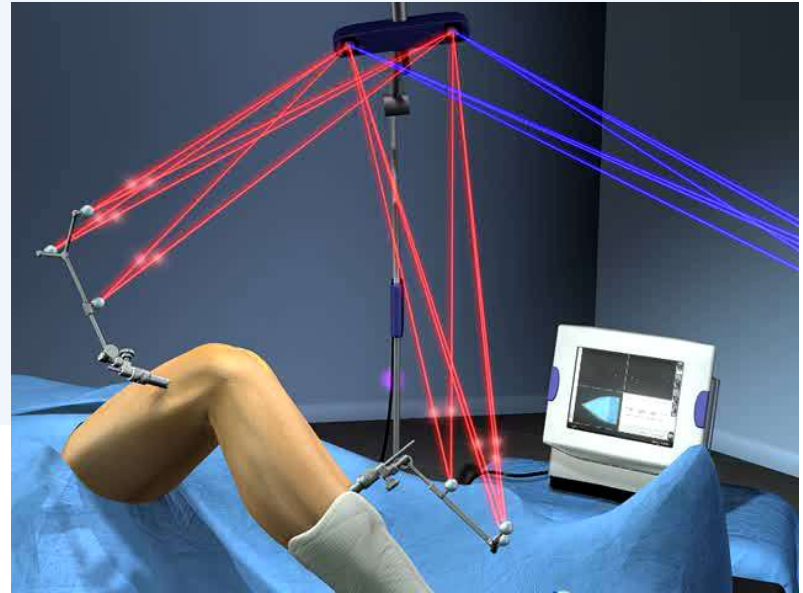
# ATJ Navegada

## ❖ Colocação dos "Arrays"



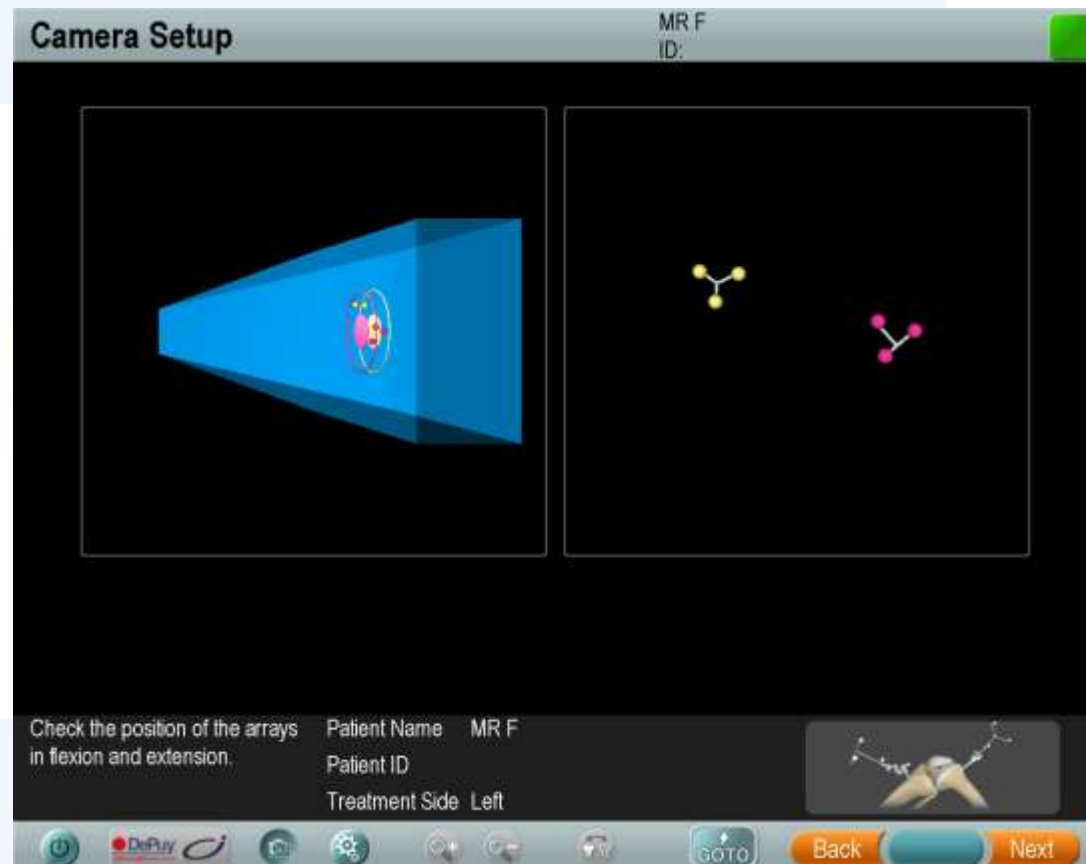
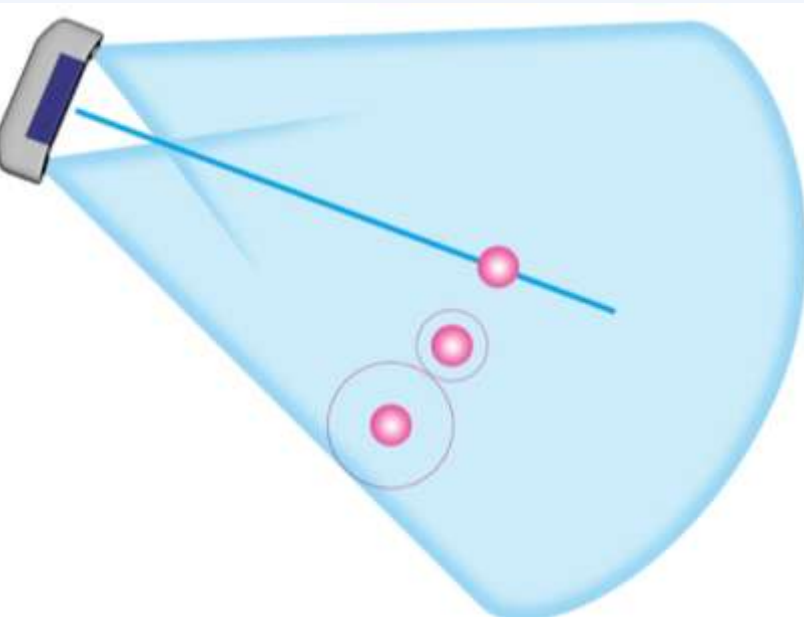
# ATJ Navegada

## ❖ Verificação do cone de visão – Setup da câmera



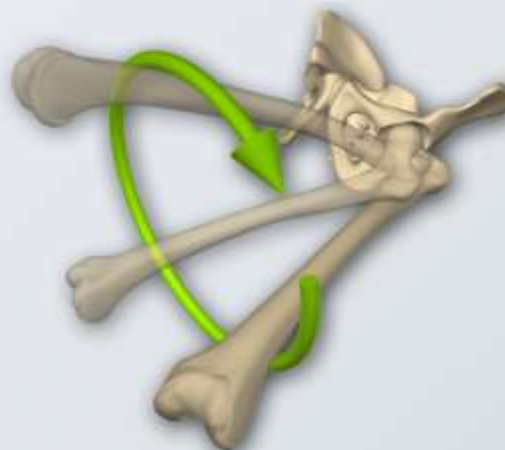
# ATJ Navegada

## ❖ Verificação do cone de visão – Setup da câmera



## Femoral Head Center

Femur Registration 1 of 3



Cancel

Pivot the femur in the acetabulum.

Try Again

Next

Back

Next

ANTONIO PAIS

1/27/2011 - 10:58 AM

# ATJ Navegada

- ❖ Mapeamento das superfícies ósseas do fêmur e da tíbia

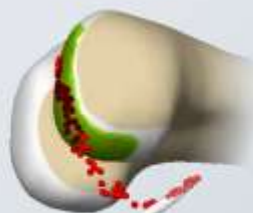




## Femoral Surface Registration

Femur Registration 3 of 3

- ☒ Medial Condyle
- ☐ Lateral Condyle
- ☐ Anterior Femoral Cortex



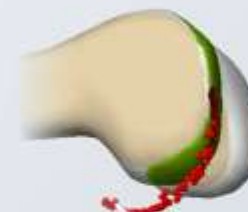
Cancel

Pivot the pointer on the medial condyle.  
Glide the tip on posterior and distal surfaces.

## Femoral Surface Registration

Femur Registration 3 of 3

- ☐ Medial Condyle
- ☒ Lateral Condyle
- ☐ Anterior Femoral Cortex



Back

Try Again

Next

Pivot the pointer on the lateral condyle.

## Femoral Surface Registration

Femur Registration 3 of 3

- ☐ Medial Condyle
- ☐ Lateral Condyle
- ☒ Anterior Femoral Cortex



Cancel

Pivot the pointer on the anterior cortex.  
Glide the tip along the surface.

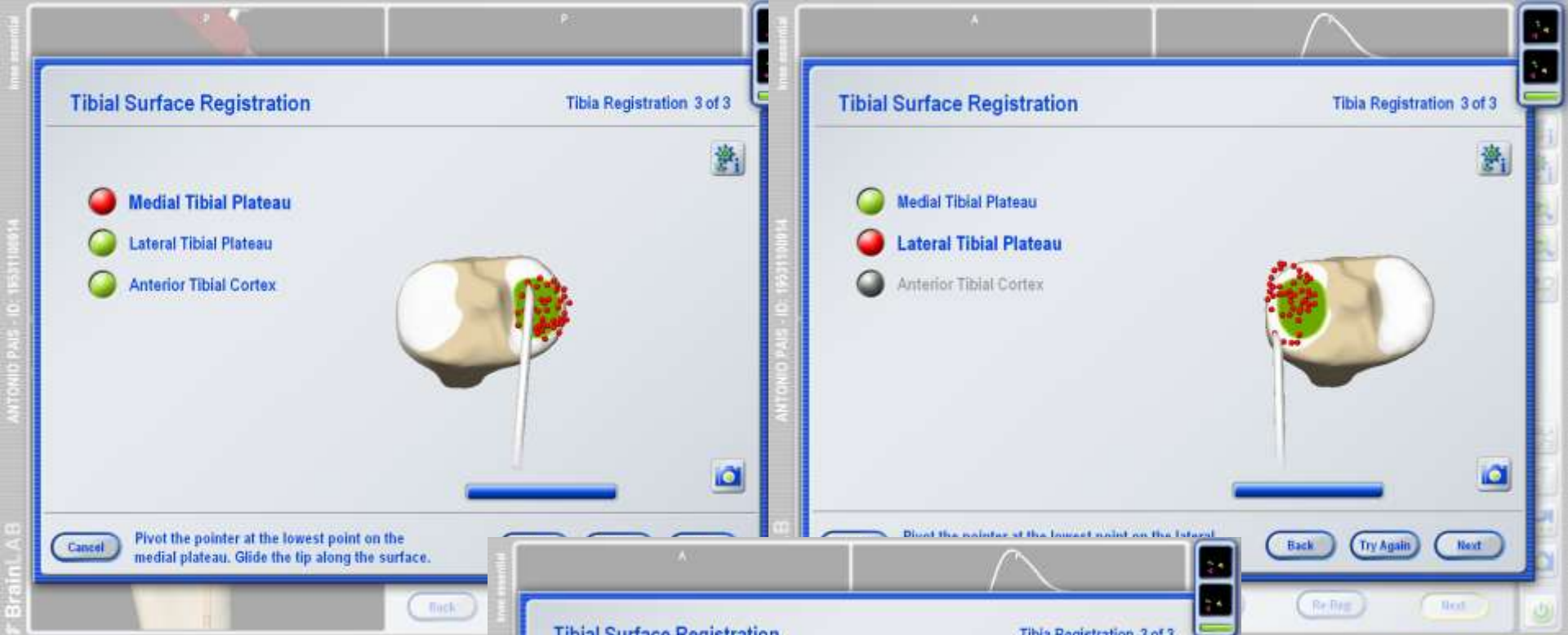
Back

Try Again

Next

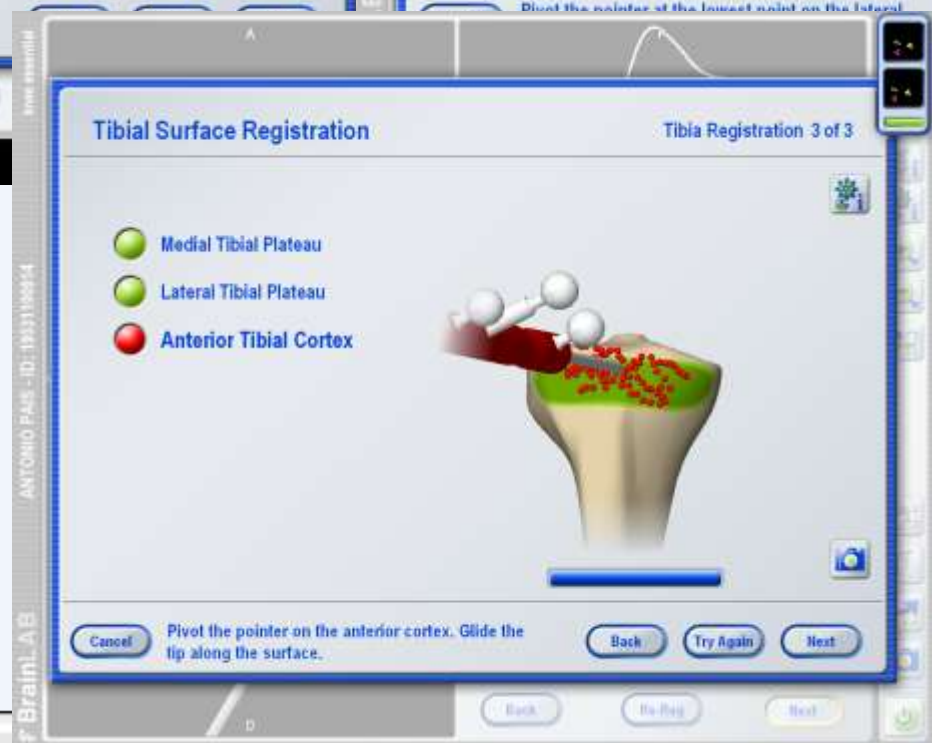
Back

Next



ANTONIO PAIS

1/27/2011 - 11:05 AM



ANTONIO PAIS

1/27/2011 - 11:05 AM

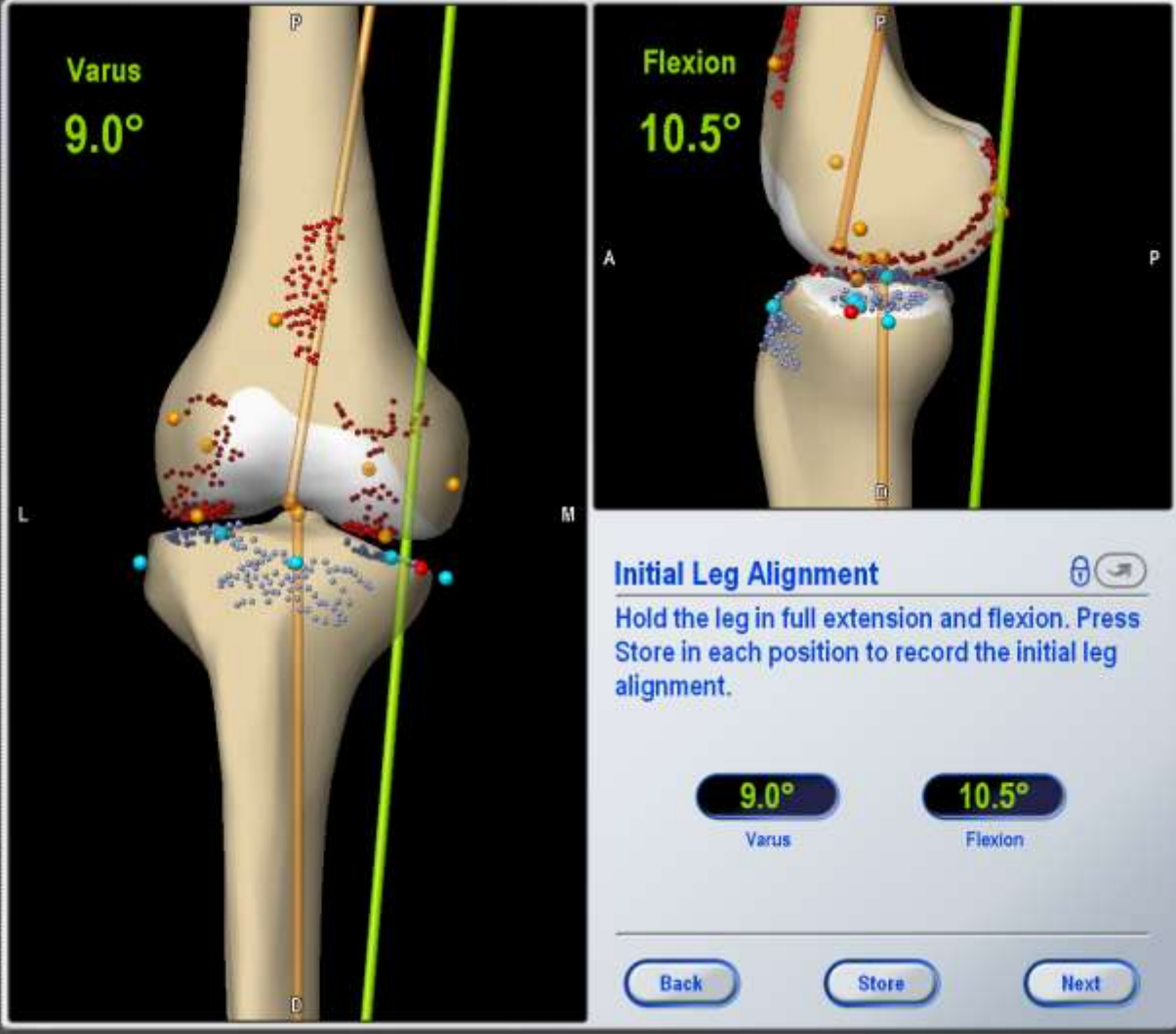
A. Brandão

# Alinhamento inicial do membro

knee essential

ANTONIO PAIS - ID: 19531100914

BrainLAB



**Varus**  
9.0°

**Flexion**  
10.5°

**Initial Leg Alignment**

Hold the leg in full extension and flexion. Press Store in each position to record the initial leg alignment.

9.0° Varus

10.5° Flexion

Back Store Next

ANTONIO PAIS

1/27/2011 - 11:07 AM

# Planeamento e escolha dos componentes

knee essential

ANTONIO PAIS - ID: 19531100914

BrainLAB

Resect High  
8.0 mm

Resect Low  
2.0 mm

Post Slope  
0.0°

Varus  
0.0°

Tibial Planning

Use the controls to adjust the desired position and size of the tibial implant.

Tibia Size  
71

Femur Size  
67.5

Back Reset Next

ANTONIO PAIS

1/27/2011 - 11:10 AM

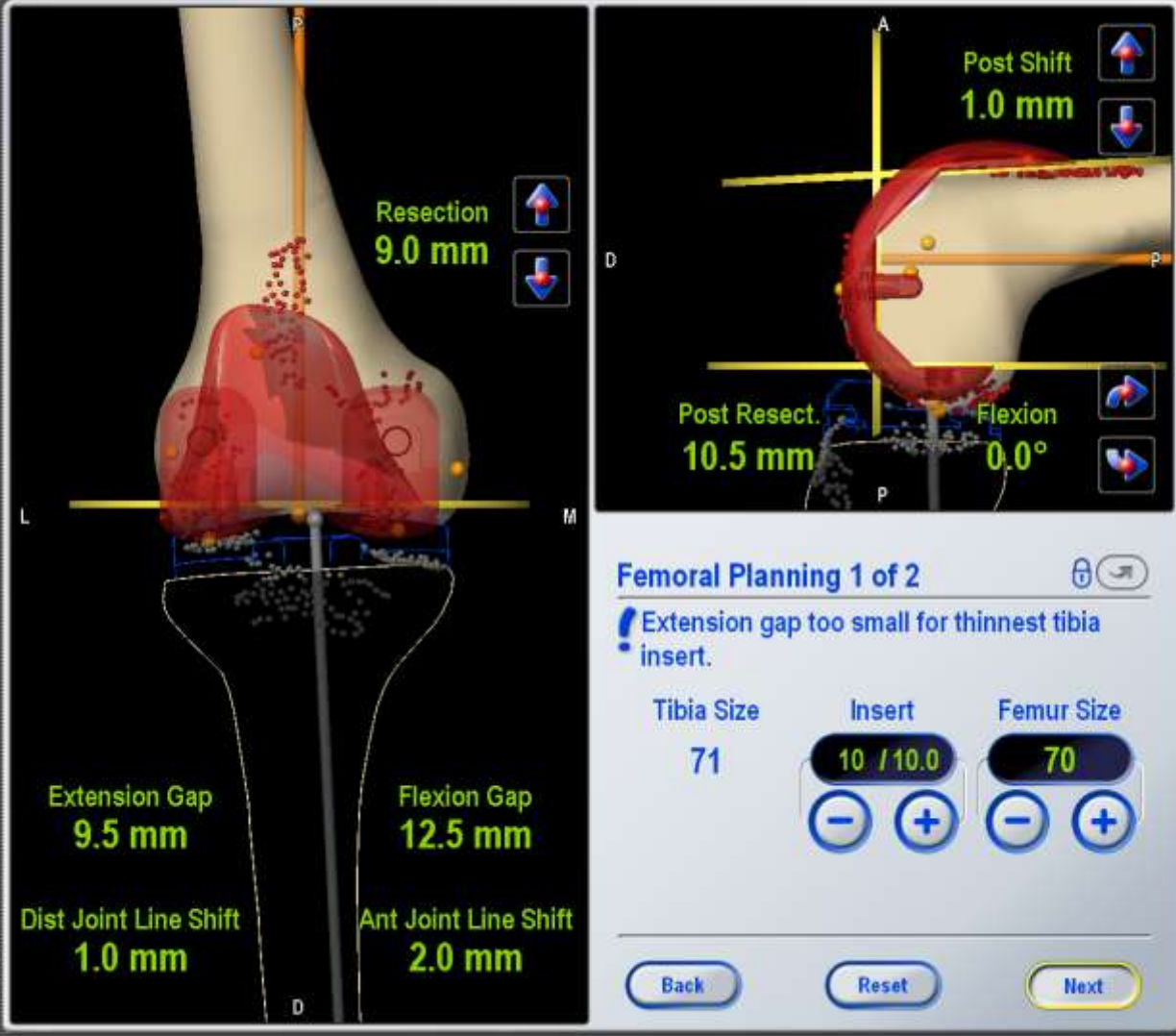


# Planeamento

knee essential

ANTONIO PAIS - ID: 19531100914

BrainLAB



The software interface displays a 3D model of a knee joint with various planning parameters. The main window shows a sagittal view of the joint with a red femoral component and a blue tibial component. The femoral component is labeled with 'Resection 9.0 mm'. The tibial component is labeled with 'Extension Gap 9.5 mm', 'Flexion Gap 12.5 mm', 'Dist Joint Line Shift 1.0 mm', and 'Ant Joint Line Shift 2.0 mm'. The femoral component is also labeled with 'Post Shift 1.0 mm' and 'Post Resect. 10.5 mm'. The flexion angle is set to '0.0°'. The femoral planning section shows 'Femoral Planning 1 of 2' with a warning: 'Extension gap too small for thinnest tibia insert.' The tibia size is set to 71, the insert is 10 / 10.0, and the femur size is 70. The interface includes a toolbar on the right with various icons for navigation and manipulation.

Resection 9.0 mm

Post Shift 1.0 mm

Post Resect. 10.5 mm

Flexion 0.0°

Extension Gap 9.5 mm

Flexion Gap 12.5 mm

Dist Joint Line Shift 1.0 mm

Ant Joint Line Shift 2.0 mm

Femoral Planning 1 of 2

Extension gap too small for thinnest tibia insert.

Tibia Size 71

Insert 10 / 10.0

Femur Size 70

Back Reset Next

ANTONIO PAIS

1/27/2011 - 11:34 AM



# Cortes e verificação

knee essential

ANTONIO PAIS - ID: 19531100914



BrainLAB

**Varus**

**Resection**

**Post Slope**

	Planned	Verified	Deviation
Varus/Valgus	0.0° Varus	0.5° Valgus	0.5° Valgus
Slope	0.0° Posterior	1.0° Posterior	1.0° Posterior
Resection Low (mm)	2.0	2.5	+0.5
Resection High (mm)	8.0	9.0	+1.0

**Verify Tibial Resection**  

Check the verified values

☒ Check Resection

**Back** **Try Again** **Next**

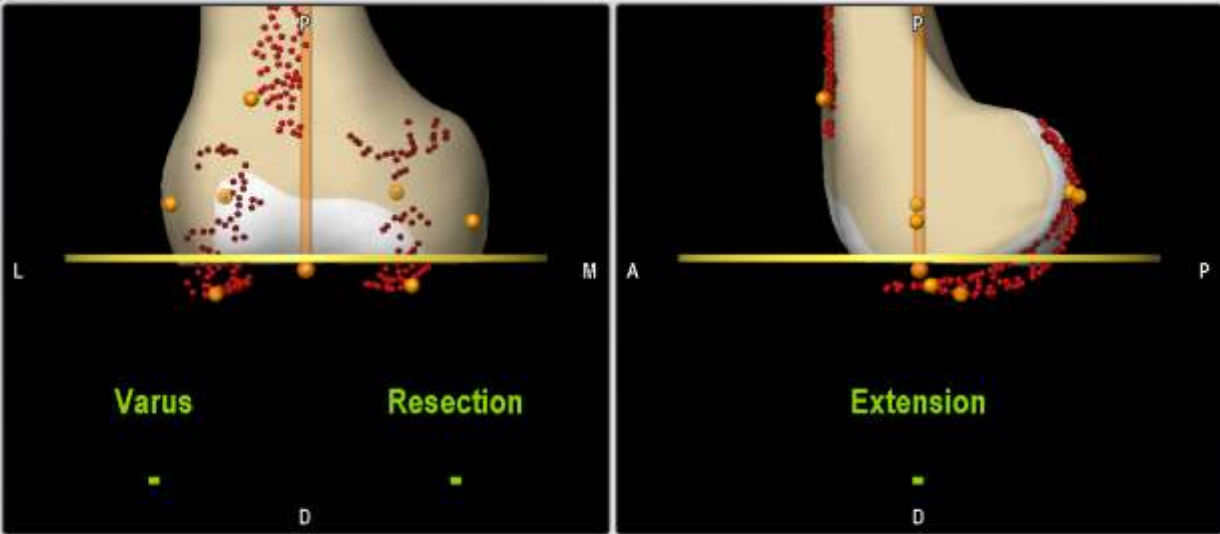
ANTONIO PAIS 1/27/2011 - 11:20 AM

# Cortes e verificação

knee essential

ANTONIO PAIS - ID: 19531100914



BrainLAB



**Varus** **Resection**

**Extension**

	Planned	Verified	Deviation
Varus/ Valgus	0.0° Varus	0.5° Varus	0.5° Varus
Flexion/ Extension	0.0° Flexion	1.0° Extension	1.0° Extension
Resection (mm)	9.0	7.5	-1.5

**Verify Distal Femoral Resection**  

Check the verified values

☒ **Check Resection**

**Back** **Try Again** **Next**

ANTONIO PAIS

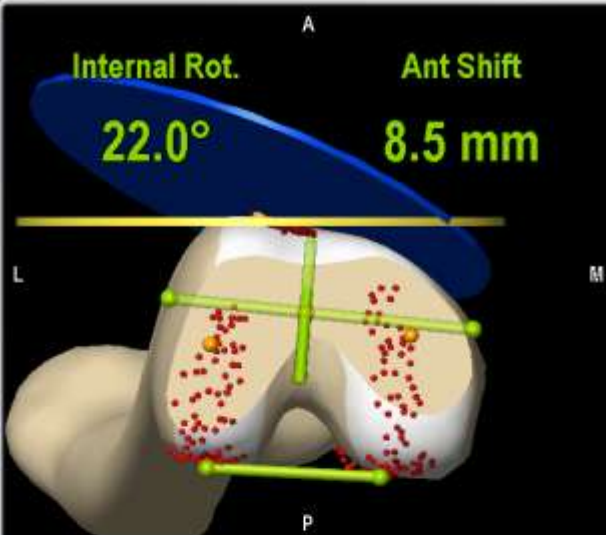
1/27/2011 - 11:46 AM

# Cortes e verificação

knee essential

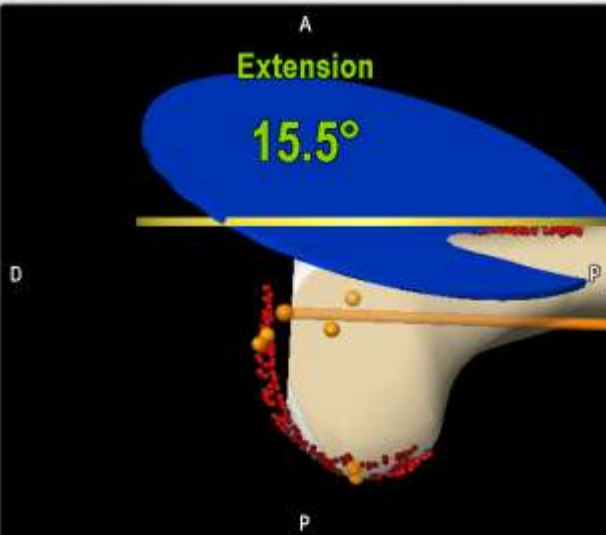
ANTONIO PAIS - ID: 19531100914

BrainLAB




Internal Rot.  
**22.0°**

Ant Shift  
**8.5 mm**



Extension  
**15.5°**

	Planned	Verified	Deviation
Int/Ext Rotation	<b>3.0°</b> External	<b>4.0°</b> External	<b>1.0°</b> External
Verified Distal	<b>0.0°</b> Flexion	<b>1.0°</b> Extension	<b>1.0°</b> Extension
Flexion/Extension	<b>1.0°</b> Extension	<b>1.5°</b> Extension	<b>0.5°</b> Extension
AP Shift (mm)	<b>1.0</b> Posterior	<b>0.5</b> Anterior	<b>1.5</b> Anterior

Verify Anterior Femoral Resection  

Check the verified values

☒ Check Resection

Back Try Again Next

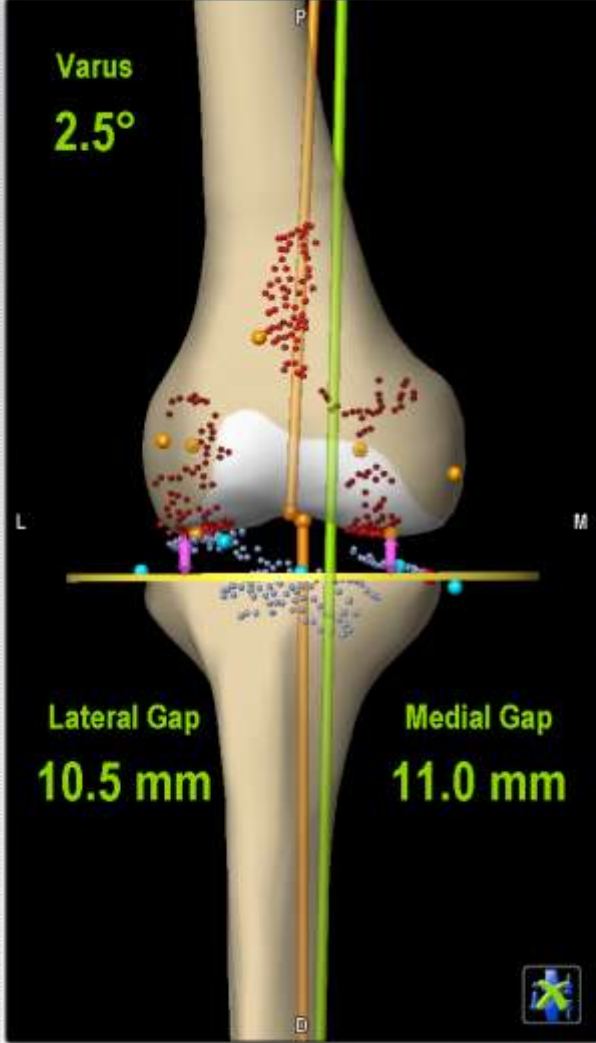
ANTONIO PAIS 1/27/2011 - 11:52 AM

# Balanço ligamentar em extensão

knee essential

ANTONIO PAIS - ID: 19531100914

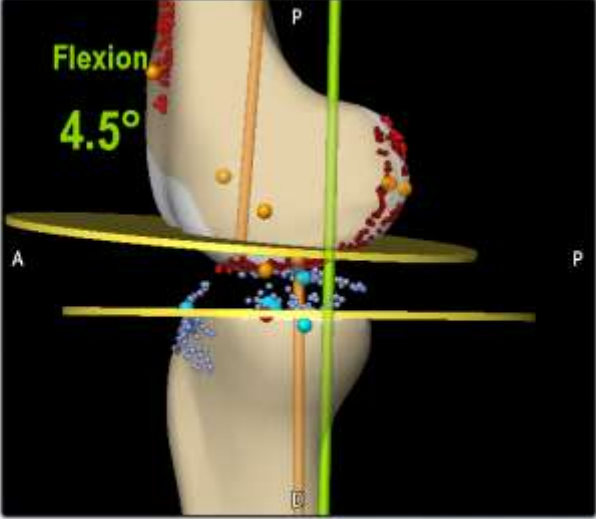
BrainLAB



Varus  
2.5°

Lateral Gap  
10.5 mm

Medial Gap  
11.0 mm



Flexion  
4.5°

**Ligament Balancing**

Apply tension to establish leg alignment and balance. Press Store to record extension and flexion values.

Ext: 11.0 2.5° 11.0  
Lat Gap (mm) Varus Med Gap (mm)

Flex: - - -  
Lat Gap (mm) Int.Rot. (Post) Med Gap (mm)

Back Store Next

ANTONIO PAIS

1/27/2011 - 11:29 AM



# Balanço ligamentar em flexão

knee essential

ANTONIO PAIS - ID: 19531100914

BrainLAB

**Whiteside**  
1.5° int

**Posterior**  
0.0° int

**Epicondylar**  
3.0° int

**Flexion**  
91.0°

**Lateral Gap**  
11.0 mm

**Medial Gap**  
11.0 mm

**Ligament Balancing**

Apply tension to establish leg alignment and balance. Press Store to record extension and flexion values.

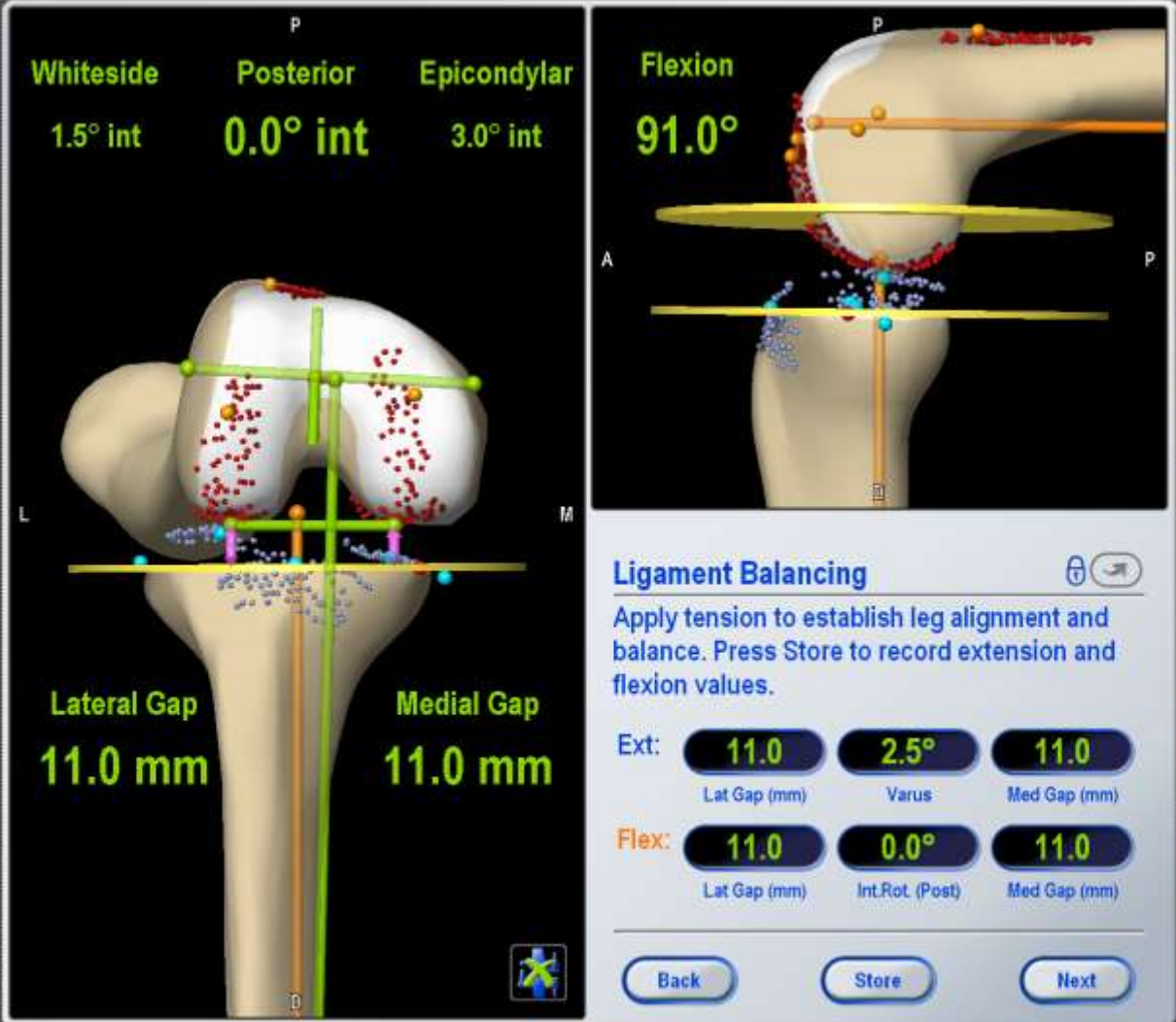
Ext: Lat Gap (mm) 11.0 Varus 2.5° Med Gap (mm) 11.0

Flex: Lat Gap (mm) 11.0 Int.Rot. (Post) 0.0° Med Gap (mm) 11.0

Back Store Next

ANTONIO PAIS

1/27/2011 - 11:30 AM

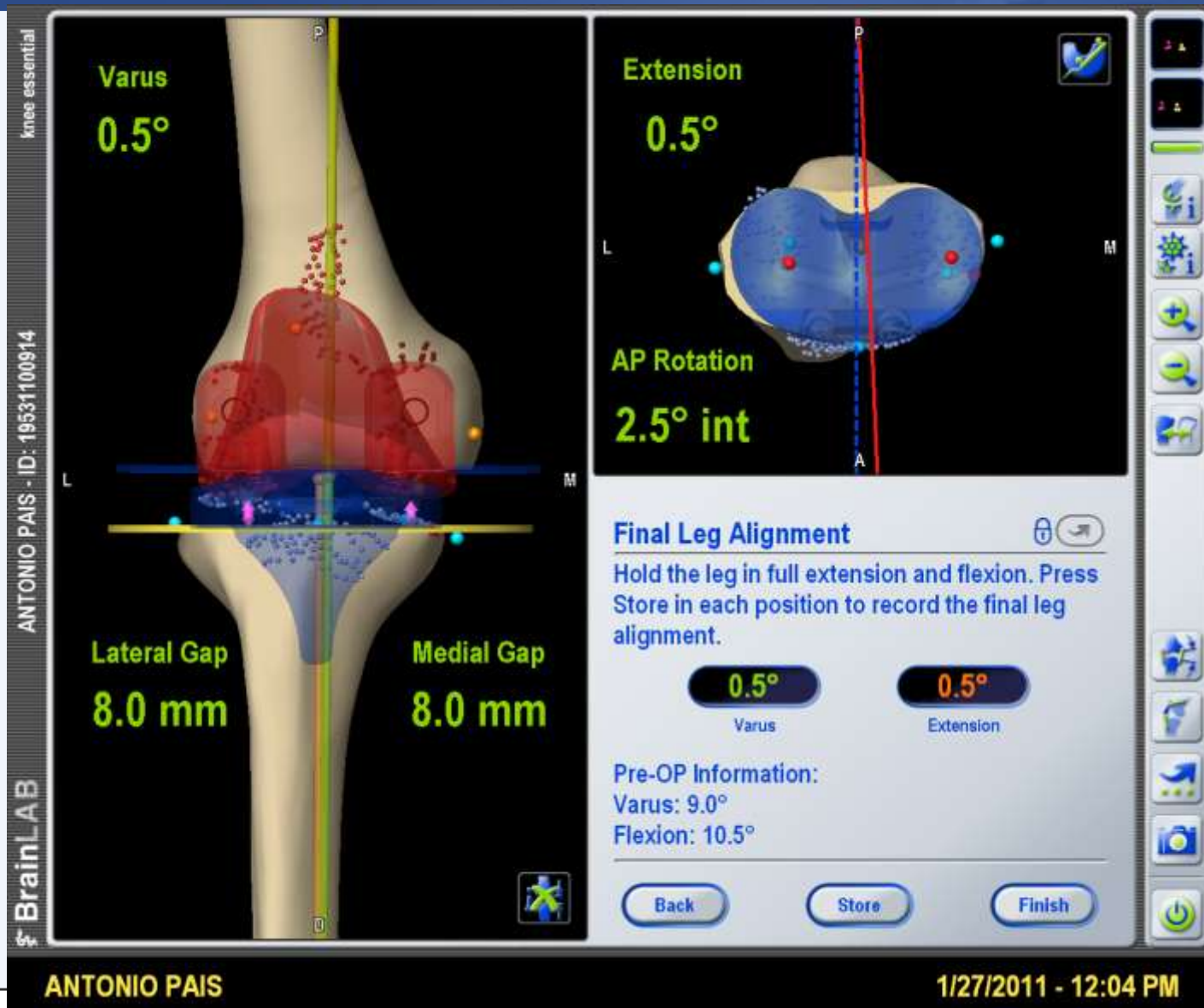


Parameter	Value
Whiteside	1.5° int
Posterior	0.0° int
Epicondylar	3.0° int
Flexion	91.0°
Lateral Gap	11.0 mm
Medial Gap	11.0 mm

Position	Lat Gap (mm)	Varus/Int.Rot. (Post)	Med Gap (mm)
Ext	11.0	2.5°	11.0
Flex	11.0	0.0°	11.0



# Alinhamento final - Extensão



# Gravação dos parâmetros intra-operatórios



ELVIRAQUINTEIR... ELVIRAQUINTEIR... ELVIRAQUINTEIR... ELVIRAQUINTEIR... ELVIRAQUINTEIR... ELVIRAQUINTEIR... ELVIRAQUINTEIR..



ELVIRAQUINTEIR... ELVIRAQUINTEIR... ELVIRAQUINTEIR... ELVIRAQUINTEIR... ELVIRAQUINTEIR... ELVIRAQUINTEIR... ELVIRAQUINTEIR..



ELVIRAQUINTEIR... ELVIRAQUINTEIR... ELVIRAQUINTEIR... ELVIRAQUINTEIR... ELVIRAQUINTEIR... ELVIRAQUINTEIR... ELVIRAQUINTEIR..



Therapy Report 0 + Therapy Report C

# RX final



# Navegação nas ATJ. Há benefício ?

# Evolução histórica da ATJ

- ❖ Bons resultados clínicos, apresentados pelos centros de referência
  - 100% de sobrevivência das ATJ aos 9 a 12 anos<sup>1</sup>
  - Sem falências aos 10 anos<sup>2</sup>
- ❖ Realidade – 75 % de sucesso a longo prazo

1- Callaghan JJ, Squire MW, Sullivan PM, Johnston RC. Cemented Rotating-Platform Total Knee Replacement. A Nine to Twelve Year Follow Up Study. J Bone Joint Surg, 82-A, No.5, 2000

2- Sorrells BR et al. Primary Knee Arthroplasty: Long-term Outcomes. The Rotating Platform Mobile Bearing TKA. Orthopedics, 19, 1996.



# Evolução histórica da ATJ

- ❖ Objectivo: eixo mecânico deve estar  $\pm 3^\circ$  do eixo mecânico de referência <sup>1</sup>
- ❖ Falência é de 3 % se dentro da margem de erro e de 24% se fora da margem de erro <sup>1</sup>
- ❖ Em 26% dos casos, os alinhamentos obtidos são inaceitáveis <sup>2</sup>

1 - Jeffery et all. Coronal alignment after total knee replacement, JBJS, 1991

2 - Petersen TL, Engh GA. Radiographic assessment of knee alignment after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 1988;3:67-72.

# Evolução histórica da ATJ

J Bone Joint Surg Am. 1977 Jan;59(1):77-9.

## **Influence of positioning of prosthesis in total knee replacement.**

Lotke PA, Ecker ML.

### **Abstract**

The early clinical results of geometric total knee arthroplasty were compared with the position of the prosthetic device by a roentgenographic score system. It was noted that there is a statistically significant positive correlation between a good clinical result and a well positioned prosthesis. In addition, it was appreciated that perfect positioning of the device was difficult to obtain. We believe that the long-term clinical results, wear resistance, and resistance to prosthetic failure depend on correct positioning of the devices.

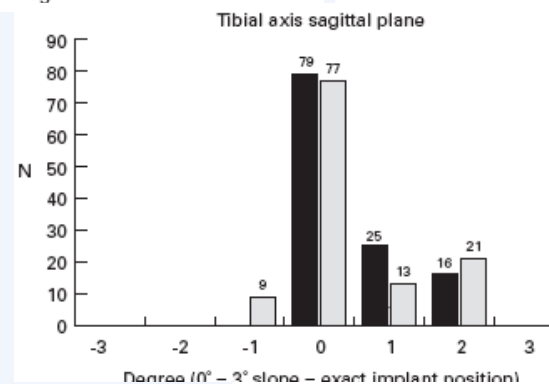
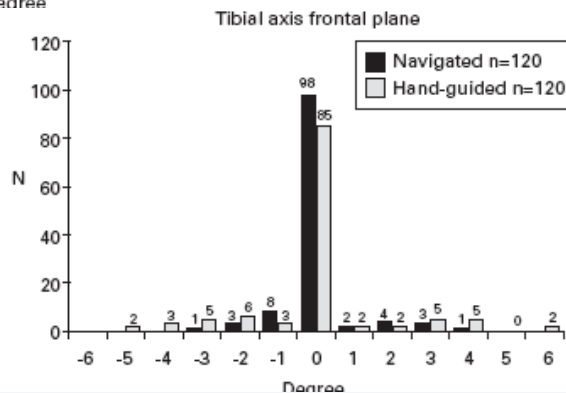
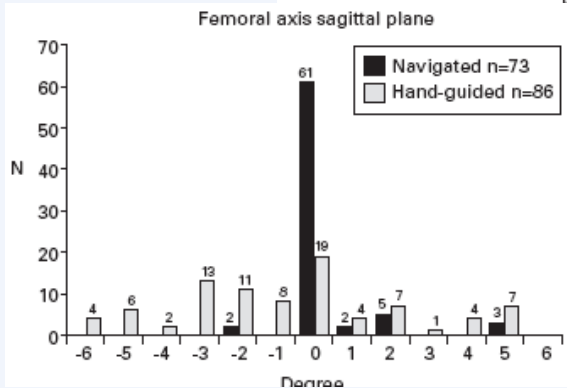
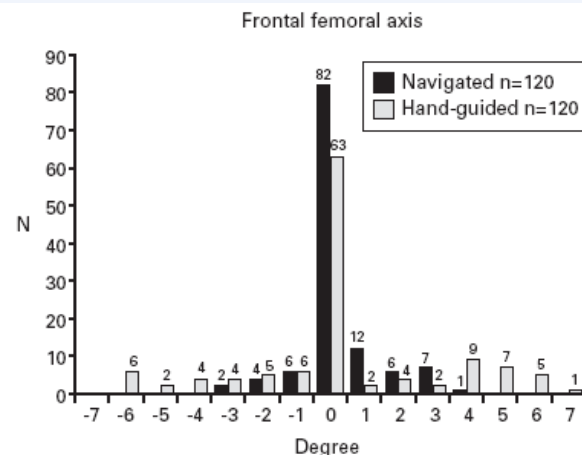
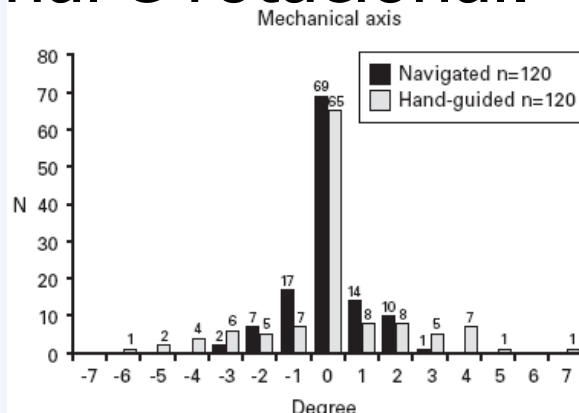
PMID: 833180 [PubMed - indexed for MEDLINE]

# Evolução histórica da ATJ

- Defeitos de alinhamentos  $>3^{\circ}$  são factores de falência prematura da ATJ
- O alinhamento depende
  - do posicionamento do implante, de frente e perfil, relativamente a cada superfície óssea
  - do equilíbrio ligamentar final

# ATJ Navegação vs ATJ convencional

- ❖ Navegação – melhor alinhamento planos sagital, coronal e rotacional.



**Sparmann M, Wolke B, Czupalla H, Banzer D, Zink A.** Positioning of total knee arthroplasty with and without navigation support. A prospective, randomised study. *J Bone Joint Surg [Br]* 2003;85-B:830-5.

# ATJ Navegação vs ATJ convencional

	ATJ – Navegada	ATJ - convencional
desvio >3º Eixo mecânico	9%	31.8%
desvio >3º Eixo femoral	4,9%	16%
desvio >3º Eixo tibial	4%	11.6 %

»  $p < 0,05$

- ❖ Navegação há menor risco de desvios >3º ( $p < 0,05$ )
- ❖ Melhoria do eixo mecânico com a navegação – nos estudos randomizados e não randomizados
- ❖ Apesar da melhoria dos eixos, não houve conclusões quanto a melhoria dos resultados clínicos e da sobrevida do implante.

[Mason JB](#), [Fehring TK](#), [Estok R](#), [Banel D](#), [Fahrback K](#)..Meta-analysis of alignment outcomes in computer-assisted total knee arthroplasty surgery. [J Arthroplasty](#). 2007 Dec;22(8):1097-106.



# ATJ Navegação vs ATJ convencional

DESIGNASTE

- ❖ Na ATJ navegada o stress de contacto do polietileno, diminui 12%
- ❖ Poderá representar aumento da longevidade do implante

**M Norris, W Schmidt, A Wang, RA Beaver, S Chauhan.** Effectiveness of navigation-based TKR in enhancing the mechanical performance of knee system components, [abstract]. *ESSKA Congress 2006*.

# ATJ Navegação vs ATJ convencional

## ❖ Navegação – medidas em tempo real

- capaz de predizer a necessidade de libertação ligamentar, com alta sensibilidade e especificidade <sup>1</sup>.

	ATJ – Navegada	ATJ - convencional
Libertação ligamentar	10.8% <sup>1</sup>	50 a 76 % <sup>2</sup>

- permite uma abordagem quantificável do balanço ligamentar <sup>3</sup>

1 - **Hakki S, Coleman S, Saleh K, Bilotta VJ, Hakki A.** Navigational predictors in determining the necessity for collateral ligament release in total knee replacement. *J Bone Joint Surg [Br]* 2009;91-B:1178-82.

2- **Whiteside LA, Saeki K, Mihalko WM.** Functional medial ligament balancing in total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 2000;380:45-57.

3- **Saragaglia D, Chaussard C, Rubens-Duval B.** Navigation as a predictor of soft tissue release during 90 cases of computer-assisted total knee arthroplasty. *Orthopedics* , 2006;29(10 Suppl):S137-8.

# ATJ Navegação vs ATJ convencional

P E R D A  
H E M Á T I C A

- ❖ Navegação há menos 396 ml de perdas hemáticas vs convencional com guias intramedulares.
- ❖ Diminuindo a necessidade de transfusões.

Kalairajah Y, Simpson D, Cossey AJ, Verrall GM, Spriggins AJ. Blood loss after total knee replacement: effects of computer-assisted surgery. *J Bone Joint Surg [Br]*, 2005;87-B:1480-2.

# ATJ Navegação vs ATJ convencional

- ❖ Diminui a embolização cerebrovascular (detecção por Eco-doppler trans-craniano)<sup>1</sup>
- ❖ Diminui a embolização sistémica (detecção por Eco-cardiograma trans-esofágico)<sup>2</sup>

1 - Kalairajah Y, Cossey AJ, Verrall GM, Ludbrook G, Spriggins AJ. Are systemic emboli reduced in computer-assisted knee surgery?: A prospective, randomised, clinical trial. *J Bone Joint Surg [Br]* 2006;88-B:198-202.

2 - Church JS, Scadden JE, Gupta RR, Cokis C, Williams KA, Janes GC. Embolic phenomena during computer-assisted and conventional total knee replacement. *J Bone Joint , Surg [Br]* 2007;89-B:481-5..

# ATJ Navegação vs ATJ convencional

I  
N  
F  
L  
A  
M  
A  
Ç  
Ã  
O

- ❖ Níveis mais baixos de PCR
  - como marcador sistêmico da resposta inflamatória.

Shen H, Zhang N, Zhang X, Ji W. C-reactive protein levels after 4 types of arthroplasty. *Acta Orthop* 2009;80:330-



# ATJ Navegação vs ATJ convencional

## FUNÇÃO

- ❖ Evidência limitada da melhoria da função e da qualidade de vida, no 1º ano pós-operatório. <sup>1</sup>
- ❖ Função a curto prazo é melhorada, pelo melhor alinhamento no plano coronal. <sup>2</sup>
- ❖ Há melhor alinhamento e função aos 5 anos <sup>3</sup>

1 - **Choong PF, Dowsey MM, Stoney JD.** Does accurate anatomical alignment result in better function and quality of life? Comparing conventional and computer-assisted total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2009;24:560-9.

2 - **Longstaff LM, Sloan K, Stamp N, Scaddan M, Beaver R.** Good alignment after total knee arthroplasty leads to faster rehabilitation and better function. *J Arthroplasty* 2009;24:570-8.

3- **Kazunari I et al.** Mid-term outcomes of computer assisted total knee replacement. *Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc.* 2011 ; 1361-4

# ATJ Navegação vs ATJ convencional

F  
U  
N  
Ç  
Ã  
O

❖ Sem dif  
anos.



cionais aos 2

**Spencer JM, Chauhan SK, Sloan K, Taylor A, Beaver RJ.** Computer navigation versus conventional total knee replacement: No difference in functional results at two years. *J Bone Joint Surg [Br]* 2007;89-B:477-80

# ATJ Navegação vs ATJ convencional

F  
U  
N  
Ç  
Ã  
O

- ❖ Os resultados clínicos só poderão ser verdadeiramente conclusivos



- ensaios clínicos mais longos
- randomizados
- alto poder estatístico.



Para demonstrar

Melhoria dos scores funcionais  
Diminuição das taxas de revisões

# ATJ Navegação vs ATJ convencional

- ❖ Não há diferenças entre os centros principiantes e de referência quanto a:
  - posição do implante
  - função
  - complicações.
  
- ❖ Tempo operatório é maior nos centros principiantes, mas iguala os centros de referência após 30 procedimentos.

**Jenny JY, Miehlike RK, Giurea A.** Learning curve in navigated total knee replacement. A multi-centre study comparing experienced and beginner centres. *Knee* 2008;15:80-4.

# ATJ Navegação vs ATJ convencional

❖ Não há diferenças entre cirurgião experiente e cirurgião menos experiente quanto a:

- posição do implante
- função
- complicações



A navegação permite

1. encurtar a curva de aprendizagem ATJ
2. minimizar os erros de corte na fase de aprendizagem
3. que cirurgiões menos experientes possam realizar ATJ sem erros de alinhamento maiores

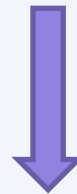
**Confalonieri et al.** Is knee computer assisted surgery a standard procedures for beginner or expert surgeon? CAOS (10 th annual meeting of CAOS –International) *June 2010.*



# ATJ Navegação vs ATJ convencional

T  
E  
M  
P  
O

❖ Aumento do tempo cirúrgico em 23% - 17 min



Sem aumentar a taxa de infecções

**Bauwens K, Matthes G, Wich M, Gebhard F, Hanson B, Ekkernkamp A, Stengel D.** Navigated total knee replacement. A meta-analysis. *J Bone Joint Surg [Am]* 2007;89-A:261-9.

# ATJ Navegação vs ATJ convencional

- ❖ Fraturas secundárias a furagem das corticais onde se aplicam os pinos para os orientadores no fémur e na tíbia.



**Panasiuk M, Boczak O.** Fatigue fracture of the femur after navigated total knee replacement. *Ortop Traumatol Rehabil* 2009;11:72-7.

**Bonutti P, Dethmers D, Stiehl JB.** Case report : femoral shaft fracture resulting from femoral tracker placement in navigated TKA. *Clin Orthop* 2008;466:1499-502.

**Ossendorf C, Fuchs B, Koch P.** Femoral stress fracture after computer navigated total knee arthroplasty. *Knee* 2006;13:397-9.

# ATJ Navegação vs ATJ convencional

C  
U  
S  
T  
O  
S

- ❖ USA – 1500 \$ por cirurgia (se compra equipamento)<sup>1</sup>
- ❖ UK – 150 £ por cirurgia (se aluguer)<sup>1</sup>

## Custo benefício



- ❖ Num centro que realiza 250 ATJ/ano com uma taxa de revisão anual de 2 %, precisaríamos de 20 anos <sup>2</sup>

1 - Novak EJ, Silverstein MD, Bozic KJ. The cost-effectiveness of computer assisted navigation in total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg [Am]* 2007;89-A:2389-97

2 - Slover JD, Tosteson AN, Bozic KJ, Rubash HE, Malchau H. Impact of hospital volume on the economic value of computer navigation for total knee replacement. *J Bone Joint Surg [Am]* 2008;90-A:1492-500.

# ATJ Navegação vs ATJ convencional

C  
U  
S  
T  
O  
S

- ❖ Os doente vão exigir ATJ navegada



# ATJ Navegada

## ❖ Factores positivos

- Planeamento otimizado
- Maior precisão
- Melhor alinhamento/RX
- Registo procedimento
- Maior confiança
- Melhores resultados a médio prazo



## ❖ Factores negativos

- Mais demorado
- Maiores custos
- Aprendizagem específica
- Resultados a longo prazo ainda sem validação científica





# Conclusão

- Segura
- Grandes benefícios



Redução do número de ATJ com desvios coronais  $>3^{\circ}$



A longo prazo poderá representar a diminuição do numero de revisões



mas!!!

Até agora não há dados científicos que o suportam

- Assiste o cirurgião na obtenção de um balanço ligamentar otimizado



Diminui a necessidade de libertação ligamentar



Diminui o risco de instabilidade ligamentar pó-op

# Conclusão

Até agora não há  
argumentos económicos  
que suportem a ATJ  
navegada



Mas em centros  
de grande volume  
de ATJ, uma  
pequena redução  
nas taxas de  
revisão



Justifica os custos  
adicionais

# Outras aplicações da navegação

## ❖ Unicompartmental, ATJ mini-invasiva <sup>1,2</sup>



1. **Dutton AQ, Yeo SJ.** Computer-assisted minimally invasive total knee arthroplasty compared with standard total knee arthroplasty. Surgical technique. *J Bone Joint Surg [Am]* 2009;91-A (Suppl 2 Pt 1):116-30.
2. **Seon JK, Song EK, Park SJ, Yoon TR, Lee KB, Jung ST.** Comparison of minimally invasive unicompartmental knee arthroplasty with or without a navigation system. *J Arthroplasty* 2009;24:351-7. .

# Outras aplicações da navegação

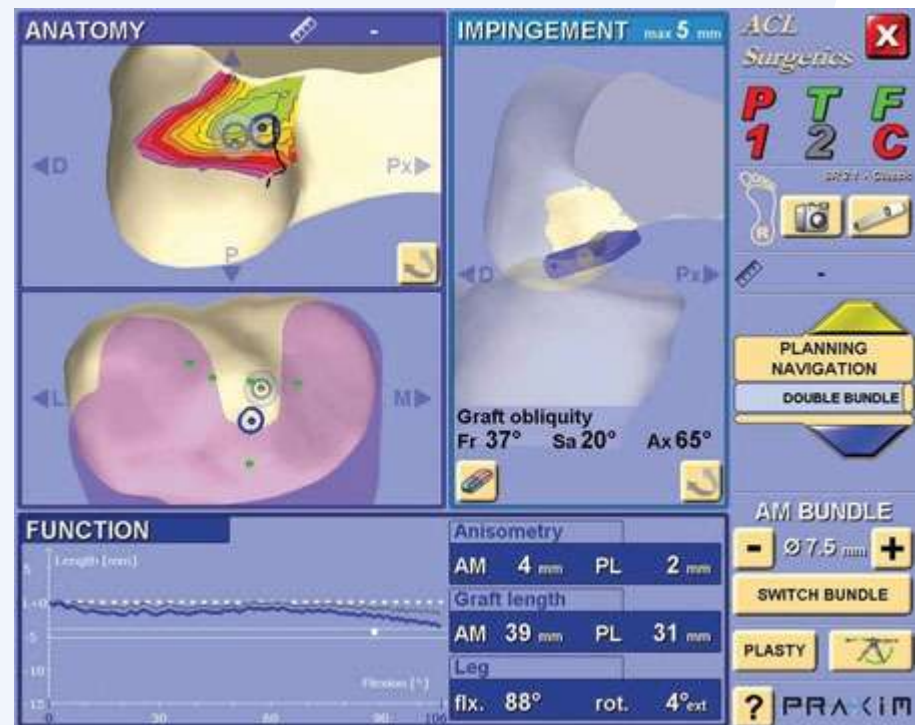
## ❖ Osteotomia periarticular – mais preciso e reprodutível



**Bae DK, Song SJ, Yoon KH.** Closed-wedge high tibial osteotomy using computerassisted surgery compared to the conventional technique. *J Bone Joint Surg [Br]* 2009;91-B:1164-71.

# Outras aplicações da navegação

## ❖ Reconstrução do LCA – túneis mais bem colocados

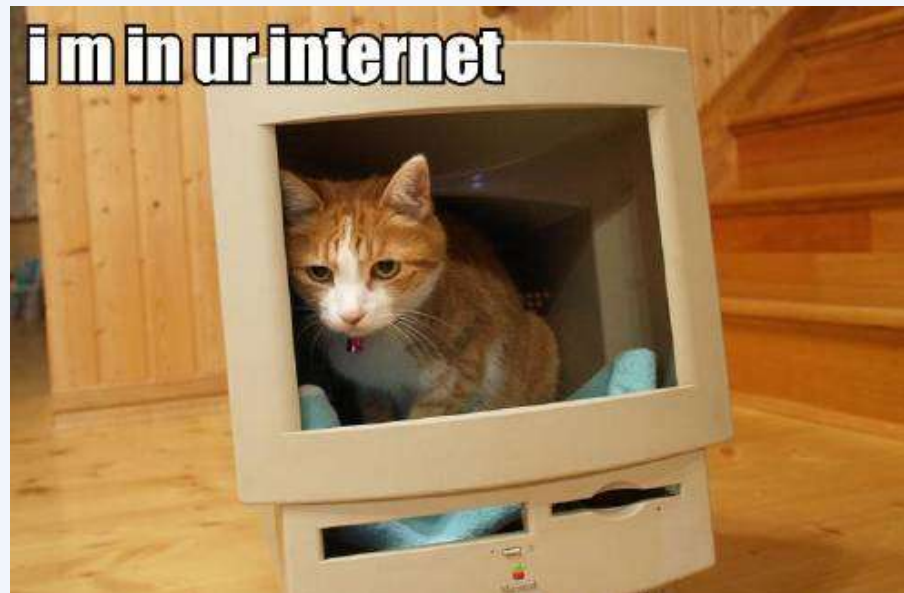


**Pearle AD, Kendoff D, Musahl V, Warren RF.** The pivot-shift phenomenon during computer-assisted anterior cruciate ligament reconstruction. *J Bone Joint Surg [Am]* 2009;91-A (Suppl 1):115-18.



# Take home message

“...Overall, computer navigation is a useful additional tool for the orthopedic surgeon who seeks to perform a total knee replacement and to achieve accuracy of alignment.”



# Obrigado